

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2005-013111

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 08.07.2005

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-237463
(P2001-237463A)

(43) 公開日 平成13年 8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 5 F 0 4 1
			M
F 2 1 S 8/04		F 2 1 Y 101:02	
// F 2 1 Y 101:02		F 2 1 S 1/02	G

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-46951(P2000-46951)

(22) 出願日 平成12年 2月24日 (2000. 2. 24)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 内田 達清

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72) 発明者 山口 昌男

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(74) 代理人 100076174

弁理士 宮井 暁夫

Fターム(参考) 5F041 AA06 AA42 AA47 CA12 DA13

DA20 DA43 DA44 DA55 DA57

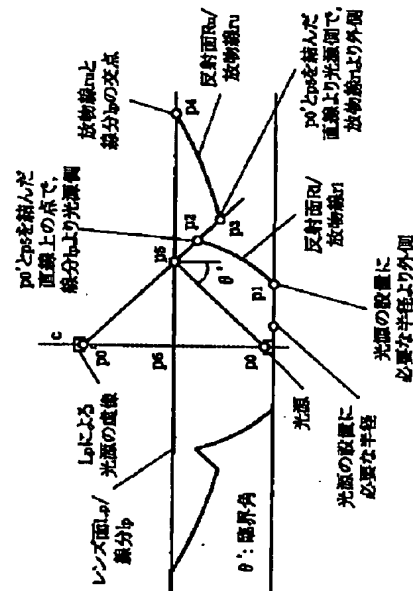
EE17 EE23 FF01 FF11

(54) 【発明の名称】 LEDモジュール

(57) 【要約】

【課題】 光源を発した光を光学系の軸 c に平行な光に制御し、効率良く光を反射する。

【解決手段】 レンズ面 L_p に沿った径方向の線分 l_p は光学系の軸 c と直交する直線上の線分であり、内側の反射面 R_l に沿った径方向の曲線 r_l はその焦点が光源上の点 p_0 に位置し、曲線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は光源の設置に必要な半径以上で、曲線 r_l の他方の端点 p_2 は、点 p_0' と点 p_5 を結んで延長した直線上の点で線分 l_p より光源側にあり、外側の反射面 R_u に沿った径方向の曲線 r_u はその焦点が点 p_0' に位置し、曲線 r_u の一方の端点 p_3 は、点 p_0' と点 p_5 を結んで延長した直線より光源側で、かつ曲線 r_l より外側に位置し、曲線 r_u の他方の端点 p_4 は線分 l_p と曲線 r_u の交点である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学系の軸 c に配置された LED 光源を反射面で囲みかつ封止物質で封止された配光部を備えた LED モジュールにおいて、前記封止物質のレンズ面 L_p が光学系の軸 c を中心とする平面からなり、前記反射面が光学系の軸 c に対して対称に配置されたそれぞれ凹曲面からなる内側の反射面 R_l と外側の反射面 R_u を持ち、

レンズ面 L_p に沿った径方向の線分 l_p は光学系の軸 c と直交する直線上の線分であり、

内側の反射面 R_l に沿った径方向の放物線 r_l はその焦点が前記光源上の点 p_0 に位置し、放物線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は前記光源の設置に必要な半径以上で、放物線 r_l の他方の端点 p_2 は、線分 l_p を対称軸として前記光源上の点 p_0 と線対称の位置にある点を $p_{0'}$ 、前記光源上の点 p_0 を起点とし光学系の軸 c に対する臨界角 θ' の角度で延びる直線と線分 l_p との交点を p_5 として、点 $p_{0'}$ と点 p_5 を結んで延長した直線上の点で線分 l_p より前記光源側にあり、

外側の反射面 R_u に沿った径方向の放物線 r_u はその焦点が点 $p_{0'}$ に位置し、放物線 r_u の一方の端点 p_3 は、点 $p_{0'}$ と点 p_5 を結んで延長した直線より前記光源側で、かつ放物線 r_l より外側に位置し、放物線 r_u の他方の端点 p_4 は線分 l_p と放物線 r_u の交点であることを特徴とする LED モジュール。

【請求項2】 放物線 r_u の一方の端点 p_3 が、点 $p_{0'}$ と p_5 を結んで延長した直線と、放物線 r_l の交点に位置する請求項1記載の LED モジュール。

【請求項3】 放物線 r_l の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離が、LED 光源の設置に必要な半径に等しく、放物線 r_u の一方の端点 p_4 の光学系の軸 c からの距離は、光源上の点 p_0 と放物線 r_l の端点 p_2 を結んで延長した直線と線分 l_p の交点を $p_{4'}$ として、点 $p_{4'}$ の光学系の軸 c からの距離以上とした請求項1記載の LED モジュール。

【請求項4】 光学系の軸 c に配置された LED 光源を反射面で囲みかつ封止物質で封止された配光部を備えた LED モジュールにおいて、前記封止物質のレンズ面が光学系の軸 c を中心とする凸曲面からなる内側のレンズ面 L_e と平面からなる外側のレンズ面 L_p を持ち、前記反射面が光学系の軸 c に対して対称に配置されたそれぞれ凹曲面からなる内側の反射面 R_l と外側の反射面 R_u を持ち、

内側のレンズ面 L_e に沿った径方向の曲線 l_e はその端点 $p_{5'}$ が前記光源上の点 p_0 を起点とし光学系の軸 c に対する臨界角 θ' の角度で延びる直線より外側にあり、

外側のレンズ面 L_p に沿った径方向の線分 l_p は点 $p_{5'}$ を通り光学系の軸 c に直交する直線上の線分であ

り、

内側の反射面 R_l に沿った径方向の放物線 r_l はその焦点が前記光源上の点 p_0 に位置し、放物線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は曲線 l_e の端点 $p_{5'}$ の光学系の軸 c からの距離以上で、放物線 r_l の他方の端点 p_2 は、線分 l_p を対称軸として前記光源上の点 p_0 と線対称の位置にある点を $p_{0'}$ として、点 $p_{0'}$ と点 $p_{5'}$ を結んで延長した直線と放物線 r_l の交点に位置し、

10 外側の反射面 R_u に沿った径方向の放物線 r_u はその焦点が点 $p_{0'}$ に位置し、放物線 r_u の一方の端点 p_3 は、点 $p_{0'}$ と点 $p_{5'}$ を結んで延長した直線より前記光源側で、かつ放物線 r_l より外側に位置し、放物線 r_u の他方の端点 p_4 は線分 l_p と放物線 r_u の交点であることを特徴とする LED モジュール。

【請求項5】 曲線 l_e は楕円の一部で長径 a_e と短径 b_e の比が、 n' をレンズの媒質の屈折率、 n を空気の屈折率として、

$$b_e/a_e = (n'^2 - n^2)^{1/2} / n'$$

20 を満たし、

楕円の方の焦点が LED 光源上の点 p_0 に位置し、楕円の中心は光学系の軸 c 上で点 p_0 より照射方向側にあり、曲線 l_e の端点 $p_{5'}$ は楕円とその短径 b_e の交点である請求項4記載の LED モジュール。

【請求項6】 放物線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は、曲線 l_e の端点 $p_{5'}$ の光学系の軸 c からの距離と等しく、放物線 r_u の一方の端点 p_3 が、点 $p_{0'}$ と点 $p_{5'}$ を結んで延長した直線と放物線 r_l の交点に位置する請求項5記載の LED モジュール。

【請求項7】 放物線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は、曲線 l_e の端点 $p_{5'}$ の光学系の軸 c からの距離と等しく、放物線 r_u の一方の端点 p_4 の光学系の軸 c からの距離は、LED 光源上の点 p_0 と放物線 r_l の端点 p_2 を結んで延長した直線と線分 l_p の交点を $p_{4'}$ として、 $p_{4'}$ の光学系の軸 c からの距離以上である請求項5記載の LED モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40 【発明の属する技術分野】この発明は、足元灯、表示灯、スポットライト、ウォールウォッシャ、建築化照明、スタンド、車内灯などの照明器具や、信号灯、視線誘導灯などに用いられる LED モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の LED モジュールとして実開平 4-92660 (従来例 1) や特開平 61-188803 (従来例 2) に示すものがあつた。図 18 は従来例 1 の LED モジュールの断面図、図 19 は従来例 2 の LED 光源の断面図である。図 18 では、LED チッ

プ50を反射枠51で囲みかつ透明樹脂によるレンズ52で封止されている。また図19では、ディスクリートLED53にレンズ54を取付けている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来例1では反射枠51で制御された光は前面のレンズ52で屈折して出射するため、光源(LEDチップ)50の発する光線のうち多くの部分が正面以外の方向に拡散してしまうという問題があった。

【0004】従来例2では光源の発する光を効率良く平行光に制御できるが、レンズ形状が複雑で製作し難い。またレンズ54の長さが大きくなり、LED光源のサイズが大きくなってしまいう問題があった。

【0005】したがって、この発明の目的は、上記課題を解決し、必要最小限の立体角に効率良く光を反射する狭角配光のLEDモジュールを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためにこの発明の請求項1記載のLEDモジュールは、光学系の軸cに配置されたLED光源を反射面で囲みかつ封止物質で封止された配光部を備えたLEDモジュールにおいて、封止物質のレンズ面Lpが光学系の軸cを中心とする平面からなり、反射面が光学系の軸cに対して対称に配置されたそれぞれ凹曲面からなる内側の反射面R1と外側の反射面Ruを持ち、レンズ面Lpに沿った径方向の線分lpは光学系の軸cと直交する直線上の線分であり、内側の反射面R1に沿った径方向の放物線r1はその焦点が光源上の点p0に位置し、放物線r1の一方の端点p1の光学系の軸cからの距離は光源の設置に必要な半径以上で、放物線r1の他方の端点p2は、線分lpを対称軸として光源上の点p0と線対称の位置にある点をp0'、光源上の点p0を起点とし光学系の軸cに対する臨界角 θ' の角度で延びる直線と線分lpとの交点をp5として、点p0'と点p5を結んで延長した直線上の点で線分lpより光源側にあり、外側の反射面Ruに沿った径方向の放物線ruはその焦点が点p0'に位置し、放物線ruの一方の端点p3は、点p0'と点p5を結んで延長した直線より光源側で、かつ放物線r1より外側に位置し、放物線ruの他方の端点p4は線分lpと放物線ruの交点である。

【0007】上記の構成により、光源を発した光は2通りの経路を経て光学系の軸cに平行な光に制御される。まず、光源から反射面R1方向に進む光は、反射面R1が光源上に焦点を持つ曲面であるため、反射により平行光に制御される。反射面R1で反射した光は、レンズ面Lpに対しほぼ垂直に入射し、平行光のまま出射する。また、光源から反射面R1と点p5の間に進む光は、まずレンズ面Lpで全反射する。反射面Ruは、その焦点がレンズ面Lpでの反射による光源の虚像上に位置するように構成されているので、レンズ面Lpで全反射され

た光は反射面Ruにより平行光に制御される。反射面Ruで反射した光は、レンズ面Lpに対しほぼ垂直に入射するため、屈折による偏屈はほとんどないまま平行光として出射する。これにより、点p5の方向から反射面R1の端点p1方向にいたるまでの範囲のほとんど光を、レンズなしで平行光に制御して出射させることが可能である。

【0008】請求項2記載のLEDモジュールは、請求項1において、放物線ruの一方の端点p3が、点p0'とp5を結んで延長した直線と、放物線r1の交点に位置する。これにより、光学系の直径が最も小さくなる。

【0009】請求項3記載のLEDモジュールは、請求項1において、放物線r1の端点p1の光学系の軸cからの距離が、LED光源の設置に必要な半径に等しく、放物線ruの一方の端点p4の光学系の軸cからの距離は、光源上の点p0と放物線r1の端点p2を結んで延長した直線と線分lpの交点をp4'として、点p4'の光学系の軸cからの距離以上とした。

【0010】これにより、光源から見た場合に反射面Ruは反射面R1の影に隠れ、光源から直接反射面Ruに入射する成分がなくなる。このため、光源から直接反射面Ruに到達する光が存在する場合に、反射面Ruはp0'方向から入射光のみ平行光に制御する機能を持つため、直接光源方向から入射した光は平行光に変換されないということがなくなる。

【0011】請求項4記載のLEDモジュールは、光学系の軸cに配置されたLED光源を反射面で囲みかつ封止物質で封止された配光部を備えたLEDモジュールにおいて、封止物質のレンズ面が光学系の軸cを中心とする凸曲面からなる内側のレンズ面LEと平面からなる外側のレンズ面Lpを持ち、反射面が光学系の軸cに対して対称に配置されたそれぞれ凹曲面からなる内側の反射面R1と外側の反射面Ruを持ち、内側のレンズ面LEに沿った径方向の曲線1Eはその端点p5'が光源上の点p0を起点とし光学系の軸cに対する臨界角 θ' の角度で延びる直線より外側にあり、外側のレンズ面Lpに沿った径方向の線分lpは点p5'を通り光学系の軸cに直交する直線上の線分であり、内側の反射面R1に沿った径方向の放物線r1はその焦点が光源上の点p0に位置し、放物線r1の一方の端点p1の光学系の軸cからの距離は曲線1Eの端点p5'の光学系の軸cからの距離以上で、放物線r1の他方の端点p2は、線分lpを対称軸として光源上の点p0と線対称の位置にある点をp0'として、点p0'と点p5'を結んで延長した直線と放物線r1の交点に位置し、外側の反射面Ruに沿った径方向の放物線ruはその焦点が点p0'に位置し、放物線ruの一方の端点p3は、点p0'と点p5'を結んで延長した直線より光源側で、かつ放物線r1より外側に位置し、放物線ruの他方の端点p4は線

分 l_p と放物線 r_u の交点である。

【0012】このように、光源から点 p_5 の範囲を覆うレンズ面 L_E を加えたので、この光学系では、光源から反射面 R_l の端点 p_1 と点 p_5' の間に照射される光については、請求項 1 と同様の仕組みで平行光に制御される。それに加えて、レンズ面 L_E の方向に照射された光については、レンズ面 L_E が凸レンズをなしているため、光学系の軸 c に集光される方向に屈折される。このため、光源から点 p_5 と光学系の軸に照射された光を平行光に制御する要素を与えていない場合に、この範囲に照射された光が平行光にならないうえに、レンズ面 L_p において拡散する方向に屈折してしまうということになる。

【0013】請求項 5 記載の LED モジュールは、請求項 4 において、曲線 l_E は楕円の一部で長径 a_E と短径 b_E の比が、 n' をレンズの媒質の屈折率、 n を空気の屈折率として、 $b_E/a_E = (n'^2 - n^2)^{1/2} / n'$ を満たし、楕円の一方の焦点が LED 光源上の点 p_0 に位置し、楕円の中心は光学系の軸 c 上で点 p_0 より照射方向側にあり、曲線 l_E の端点 p_5' は楕円とその短軸の交点である。

【0014】このようなレンズ面 L_E の楕円レンズは焦点上から発した光を平行光に制御する性質があることが知られている。この光学系では、光源から反射面 R_l の端点 p_1 と点 p_5' の間に照射される光については、請求項 1 と同様の仕組みで平行光に制御される。それに加えて、レンズ面 L_E の方向に照射された光については、レンズ面 L_E が上記のような性質を持つ楕円レンズであるため、平行光に制御される。このため、光学系の軸 c から反射面 R_l の端点 p_1 方向にいたるまでの範囲の光をほとんど平行光に制御して出射させることが可能である。

【0015】請求項 6 記載の LED モジュールは、請求項 5 において、放物線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は、曲線 l_E の端点 p_5' の光学系の軸 c からの距離と等しく、放物線 r_u の一方の端点 p_3 が、点 p_0' と点 p_5' を結んで延長した直線と放物線 r_l の交点に位置する。これにより、光学系の直径が最も小さくなる。

【0016】請求項 7 記載の LED モジュールは、請求項 5 において、放物線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は、曲線 l_E の端点 p_5' の光学系の軸 c からの距離と等しく、放物線 r_u の一方の端点 p_4 の光学系の軸 c からの距離は、LED 光源上の点 p_0 と放物線 r_l の端点 p_2 を結んで延長した直線と線分 l_p の交点を p_4' として、 p_4' の光学系の軸 c からの距離以上である。

【0017】これにより、光源から見た場合に反射面 R_u は反射面 R_l の影に隠れ、光源から直接反射面 R_u に入射する成分がなくなる。このため、光源から直接反射

面 R_u に到達する光が存在する場合に、反射面 R_u は p_0' 方向から入射光のみ平行光に制御する機能を持つため、直接光源方向から入射した光は平行光に変換されないということになる。

【0018】

【発明の実施の形態】この発明の第 1 の実施の形態の LED モジュールを図 1 ないし図 3 に基づいて説明する。図 1 はこの発明の第 1 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図、図 2 (a) はこの発明の第 1 の実施の形態の LED モジュールを用いた信号灯の全体図、(b) はランプ部の拡大図、(c) は (b) の $A-A'$ 断面図、図 3 はこの発明の第 1 の実施の形態の作用説明図である。

【0019】図 2 (a) に示すように、この実施の形態では信号灯のランプ部 1 が LED モジュールで構成されている。LED モジュールは、図 2 (b) に示すように多数の配光部 2 を備え、その 1 つの構成を図 2 (c) に示す。図 2 (c) において、3 はプリント基板、4 は LED チップ、5 は樹脂製反射枠、6 はアルミニウム蒸着面、7 はエポキシ樹脂である。LED チップ 4 は LED 光源として用いられ、アルミニウム蒸着面 6 等で形成された反射面で囲まれ、エポキシ樹脂 7 等の封止物質で封止されている。

【0020】上記 LED モジュールの配光部 2 は、図 1 に示すように、封止物質のレンズ面 L_p が光学系の軸 c を中心とする平面からなり、反射面が光学系の軸 c に対して対称に配置されたそれぞれ凹曲面からなる内側の反射面 R_l と外側の反射面 R_u を持つ。この場合、封止物質は以下の条件を全て満たす線分 l_p を、光学系の軸 c を中心に回転させたレンズ面 L_p を持つ。ここで光学系の軸 c とは、光源を通り光学系の照射方向へ延びる直線である。

【0021】(1) 線分 l_p は、光学系の軸 c と直交する直線上の線分である。

【0022】(2) 線分 l_p の端点 p_4 は、線分 l_p と放物線 r_u の交点である。

【0023】(3) 線分 l_p の端点 p_6 は、線分 l_p と光学系の軸 c の交点である。

【0024】反射面は以下の条件を全て満たす放物線 r_l を、光学系の軸 c を中心に回転させた反射面 R_l を持つ。なおここでは、放物線 r_l 、 r_u とは、放物線の両端点を結んだ直線と放物線の間を通り、放物線の曲折と逆方向の曲折を持たない直線あるいは曲線とする放物線の近似線を含むものとする。

【0025】(1) 放物線 r_l の焦点が光源上の点 p_0 に位置する。

【0026】(2) 放物線 r_l の一方の端点 p_1 の光学系の軸 c からの距離は、光源の設置に必要な半径と等しいかより長い。

【0027】(3) 放物線 r_l の一方の端点 p_2 は、点

p0' と p5 を結んで延長した直線上の点で、線分 lp より光源側にある。ここで p0' と p5 は以下の条件を満たす点である。点 p0' は線分 lp を対称軸として、光源上の p0 と線対称の位置にある点であり、平面 Lp による光源の虚像上の点である。点 p5 は、光源上の点 p0 を起点とし、光学系の軸 c に対して式 1 で与えられる臨界角 θ' の角度で延びる直線と、線分 lp の交点である。なおここで、 n' はレンズの媒質の屈折率、 n は空気の屈折率である。

【0028】

$$\theta' = \sin^{-1}(n/n') \quad \dots (式1)$$

また、反射面は以下の条件を全て満たす放物線 ru を、光学系の軸 c を中心に回転させた反射面 Ru を持つ。

【0029】(1) 放物線 ru の焦点が、平面 Lp による光源の虚像上の点 p0' に位置する。

【0030】(2) 放物線 ru の一方の端点 p3 は、点 p0' と p5 を結んで延長した直線より光源側で、なおかつ放物線 r1 より外側（光源と反対側）に位置する。

【0031】(3) 放物線 ru の一方の端点 p4 は、線分 lp と放物線 ru の交点である。

【0032】次に上記構成の作用について説明する。図 3 に示すように、光源を発した光は 2 通りの経路をへて光学系の軸 c に平行な光に制御される。まず、光源から反射面 R1 方向に進む光は、反射面 R1 が光源上に焦点を持つ曲面であるため、反射により平行光に制御される。反射面 R1 で反射した光は、レンズ面 Lp に対しほぼ垂直に入射し、平行光のまま出射する（図 3 の A の光線）。また、光源から反射面 R1 と点 p5 の間に進む光は、まずレンズ面 Lp で全反射する。反射面 Ru は、その焦点がレンズ面 Lp での反射による光源の虚像上に位置するように構成されているので、レンズ面 Lp で全反射された光は反射面 Ru により平行光に制御される。反射面 Ru で反射した光は、レンズ面 Lp に対しほぼ垂直に入射するため、屈折による偏向はほとんどないまま平行光として出射する（図 3 の B の光線）。この光学系では、光源から p5 と光学系の軸 c の間に照射された光は、特に制御しない。

【0033】以上のように、点 p5 の方向から反射面 R1 の端点 p1 方向にいたるまでの範囲のほとんど光を、レンズなしで平行光に制御して出射させることが可能である。このため、照明用光源として用いた場合、狭い範囲に光を照射できるため、照明効率の高い器具を実現できる。また、信号用として用いた場合、光学系正面の観察者から見ると反射面全域が発光しているように見え、輝度の高い信号灯を実現できる。

【0034】この発明の第 2 の実施の形態を図 4 および図 5 に基づいて説明する。図 4 (a) はこの発明の第 2 の実施の形態の LED モジュールを用いたダウンライト照明器具の全体図、(b) はその A-A' 断面図、図 5 はこの発明の第 2 の実施の形態の LED モジュールの幾

何学的構成を示す断面図である。

【0035】図 4 (a) に示すように、この実施の形態ではダウンライト照明器具が LED モジュールで構成されている。LED モジュールは、多数の配光部 2a を備え、その 1 つの構成を図 2 (b) に示す。図 4 (b) において、3 はプリント基板、4 は LED チップ、5a は樹脂製反射枠、6a はアルミニウム蒸着面、7 はエポキシ樹脂である。

【0036】上記 LED モジュールの配光部 2a は、図 5 に示すように、第 1 の実施の形態の条件に加えて、放物線 ru の一方の端点 p3 が、点 p0' と p5 を結んで延長した直線と、放物線 r1 の交点に位置する。これにより、光学系は第 1 の実施の形態の範囲内で最も直径が小さくなる。

【0037】この発明の第 3 の実施の形態を図 6 および図 7 に基づいて説明する。図 6 (a) はこの発明の第 3 の実施の形態の LED モジュールを用いたフットライト照明器具の全体図、(b) はその A-A' 断面図、図 7 はこの発明の第 3 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【0038】図 6 (a) に示すように、この実施の形態ではフットライト照明器具が LED モジュールで構成されている。LED モジュールは、多数の配光部 2b を備え、その 1 つの構成を図 6 (b) に示す。図 6 (b) において、3 はプリント基板、4 は LED チップ、5b は樹脂製反射枠、11 は銀蒸着面、7 はエポキシ樹脂である。

【0039】上記 LED モジュールの配光部 2b は、図 7 に示すように、第 1 の実施の形態の条件に加えて、放物線 r1 の端点 p1 の光学系の軸 c からの距離が、光源の設置に必要な半径に等しい。また、放物線 ru の一方の端点 p4 の光学系の軸 c からの距離は、p4' の光学系の軸 c からの距離と等しいかより長い。ただし p4' は、光源上の点 p0 と放物線 r1 の端点 p2 を結んで延長した直線と、直線 lp の交点である。

【0040】これにより、光源から見た場合に反射面 Ru は反射面 R1 の影に隠れ、光源から直接反射面 Ru に入射する成分がなくなる。このため、光源から直接反射面 Ru に到達する光が存在する場合に、反射面 Ru は p0' 方向から入射光のみ平行光に制御する機能を持つため、直接光源方向から入射した光は平行光に変換されないということがなくなる。

【0041】この発明の第 4 の実施の形態の LED モジュールを図 8 ないし図 10 に基づいて説明する。図 8 (a) はこの発明の第 4 の実施の形態の LED モジュールを用いた視線誘導灯の全体図、(b) はその A-A' 断面図、図 9 はこの発明の第 4 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図、図 10 はこの発明の第 4 の実施の形態の作用説明図である。

【0042】図 8 (a) に示すように、この実施の形態

では視線誘導灯がLEDモジュールで構成されている。LEDモジュールは、多数の配光部2cを備え、その1つの構成を図8(b)に示す。図8(b)において、3はプリント基板、4はLEDチップ、10はアルミニウム製反射枠、7aはエポキシ樹脂である。

【0043】上記LEDモジュールの配光部2cは、図9に示すように、封止物質のレンズ面が光学系の軸cを中心とする凸曲面からなる内側のレンズ面LEと平面からなる外側のレンズ面Lpを持ち、反射面が光学系の軸cに対して対称に配置されたそれぞれ凹曲面からなる内側の反射面Rlと外側の反射面Ruを持つ。この場合、封止物質は以下の条件を全て満たす曲線LEを、光学系の軸cを中心として回転させたレンズ面LEを持つ。

【0044】(1) 曲線LEの端点p5'は、光源上の点p0を起点とし、光学系の軸cに対して第1の実施の形態の式1で与えられる臨界角 θ' の角度で延びる直線より外側(光学系の軸cの反対側)に存在する。

【0045】(2) 曲線LEの端点p6は光学系の軸c上の点で、もう一方の端点p5'から光学系の軸c上におろした垂線と光学系の軸cとの交点より、光源からの距離が長い。

【0046】(3) 曲線LEは、点p5'とp6を結んだ直線より、光源と反対側に凸な曲線である。

【0047】また、封止樹脂は以下の条件を全て満たす線分lpを、光学系の軸cを中心に回転させたレンズ面Lpを持つ。

【0048】(1) 線分lpは、点p5'を通り光学系の軸cに直交する直線上の線分である。

【0049】(2) 線分lpの一方の端点は点p5である。

【0050】(3) 線分lpの端点p4は放物線ruとの交点である。

【0051】反射面は以下の条件を全て満たす放物線rlを、光学系の軸cを中心に回転させた反射面Rlを持つ。

【0052】(1) 放物線rlの焦点が光源上の点p0に位置する。

【0053】(2) 放物線rlの一方の端点p1の光学系の軸cからの距離は、曲線LEの端点p5'の光学系の軸cからの距離と、等しいかより長い。

【0054】(3) 放物線rlの一方の端点p2は、点p0'とp5を結んで延長した直線と放物線rlの交点に位置する。ただし、点p0'は線分lpを含む直線を挟んで光源上の点p0と線対称の位置にある点であり、平面Lpによる光源の虚像上の点である。

【0055】また、反射面は以下の条件を全て満たす放物線ruを、光学系の軸cを中心に回転させた反射面Ruを持つ。

【0056】(1) 放物線ruの焦点が、平面Lpによる光源の虚像上の点p0'に位置する。

【0057】(2) 放物線ruの一方の端点p3は、点p0'とp5'を結んで延長した直線より光源側で、なおかつ放物線rlより外側(光源と反対側)に位置する。

【0058】(3) 放物線ruの一方の端点p4は、線分lpと放物線ruの交点である。

【0059】次に上記構成の作用について説明する。図10に示すように、光源から点p5の範囲を覆うレンズ面LEを加えたので、この光学系では、光源から反射面Rlの端点p1と点p5'の間に照射される光については、請求項1と同様の仕組みで平行光に制御される。それに加えて、レンズ面LEの方向に照射された光については、レンズ面LEが凸レンズをなしているため、光学系の軸cに集光される方向に屈折される(図10のCの光)。このため、光源から点p5と光学系の軸cに照射された光を平行光に制御する要素を与えていない場合に、この範囲に照射された光が平行光にならないうえに、レンズ面Lpにおいて拡散する方向に屈折してしまうということがなくなる。このため、照明用光源として用いた場合、狭い範囲に光を照射でき、周辺にはあまり光を漏らさないため、照明効率の高い器具を実現できる。また、信号用光源として用いた場合、光学系正面の観察者から見ると反射面全域が発光していて輝度が高く、なおかつそれ以外の方向にいる観察者からはあまり発光して見えない信号灯を実現できる。A、Bの光の説明は第1の実施の形態と同様である。

【0060】この発明の第5の実施の形態を図11ないし図13に基づいて説明する。図11(a)はこの発明の第5の実施の形態のLEDモジュールの全体図、

(b)はそのA-A'断面図、図12はこの発明の第5の実施の形態のLEDモジュールの幾何学的構成を示す断面図、図13はこの発明の第5の実施の形態の作用説明図である。

【0061】図11(a)に示すように、LEDモジュールは、多数の配光部2dを備え、その1つの構成を図11(b)に示す。図11(b)において、3はプリント基板、4はLEDチップ、5は樹脂製反射枠、6はアルミニウム蒸着面、7bはエポキシ樹脂である。

【0062】上記LEDモジュールの配光部2dは、図12に示すように、第4の実施の形態の条件に加えて、曲線LEが、以下の条件を全て満たす楕円の一部である。

【0063】(1) 楕円の長径aEと短径bEの比が、ほぼ式2で求められる値を満たす。ここで、n'はレンズの媒質の屈折率、nは空気の屈折率である。

【0064】
$$bE/aE = (n'^2 - n^2)^{1/2} / n' \quad \dots (式2)$$

(2) 楕円の方の焦点がLED光源上の点p0に位置する。

【0065】(3) 楕円の中心は、光学系の軸c上で点

p 0より照射方向側にある。

【0066】(4) 曲線 1 E の端点 p 6 は、楕円と光学系の軸 c の 2 つの交点のうち、点 p 0 より照射方向側の点である。

【0067】(5) 曲線 1 E の端点 p 5' は、楕円とその端径 b E の交点のうち的一方である。

【0068】次に上記構成の作用について説明する。図 13 に示すように、このようなレンズ面 L E の楕円レンズは焦点上から発した光を平行光に制御する性質があることが知られている。この光学系では、光源から反射面 R 1 の端点 p 1 と点 p 5' の間に照射される光については、請求項 1 と同様の仕組みで平行光に制御される。それに加えて、レンズ面 L E の方向に照射された光については、レンズ面 L E が上記のような性質を持つ楕円レンズであるため、平行光に制御される(図 13 の C の光)。このため、光学系の軸 c から反射面 R 1 の端点 p 1 方向にいたるまでの範囲の光をほとんど平行光に制御して出射させることが可能である。A、B の光の説明は第 1 の実施の形態と同様である。

【0069】この発明の第 6 の実施の形態を図 14 および図 15 に基づいて説明する。図 14 (a) はこの発明の第 6 の実施の形態の LED モジュールの全体図、

(b) はその A-A' 断面図、図 15 はこの発明の第 6 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【0070】図 14 (a) に示すように、LED モジュールは、多数の配光部 2 e を備え、その 1 つの構成を図 14 (b) に示す。図 14 (b) において、3 はプリント基板、4 は LED チップ、5 a は樹脂製反射枠、6 a はアルミニウム蒸着面、7 b はエポキシ樹脂である。

【0071】上記 LED モジュールの配光部 2 e は、図 15 に示すように、第 5 の実施の形態の条件に加えて、放物線 r 1 の一方の端点 p 1 の光学系の軸 c からの距離は、曲線 1 E の端点 p 5' の光学系の軸 c からの距離と等しい。また、放物線 r u の一方の端点 p 3 が、点 p 0' と点 p 5' を結んで延長した直線と、放物線 r 1 の交点に位置する。これにより、光学系は第 5 の実施の形態の範囲内で最も直径が小さくなる。

【0072】この発明の第 7 の実施の形態を図 16 および図 17 に基づいて説明する。図 16 (a) はこの発明の第 7 の実施の形態の LED モジュールの全体図、

(b) はその A-A' 断面図、図 17 はこの発明の第 7 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【0073】図 16 (a) に示すように、LED モジュールは、配光部 2 f を備え、その構成を図 16 (b) に示す。図 16 (b) において、3 はプリント基板、4 は LED チップ、5 b は樹脂製反射枠、6 b はアルミニウム蒸着面、7 b はエポキシ樹脂である。

【0074】上記 LED モジュールの配光部 2 f は、図

17 に示すように、放物線 r 1 の一方の端点 p 1 の光学系の軸 c からの距離は、曲線 1 E の端点 p 5' の光学系の軸 c からの距離と等しい。また、放物線 r u の一方の端点 p 4 の光学系の軸 c からの距離は、p 4' の光学系の軸 c からの距離と等しいかより長い。ただし p 4' は、光源上の点 p 0 と放物線 r 1 の端点 p 2 を結んで延長した直線と、線分 l p の交点である。

【0075】これにより、光源から見た場合に反射面 R u は反射面 R 1 の影に隠れ、光源から直接反射面 R u に入射する成分がなくなる。このため、光源から直接反射面 R u に到達する光が存在する場合に、反射面 R u は p 0' 方向から入射光のみ平行光に制御する機能を持つため、直接光源方向から入射した光は平行光に変換されないということがなくなる。

【0076】なお、上記構成の LED モジュールは、実施の形態で示した照明器具以外の照明器具にも適用できる。また、反射枠は樹脂製の他に金属製でもよく、レンズはエポキシ樹脂以外の樹脂等でもよい。

【0077】

【発明の効果】この発明の請求項 1 記載の LED モジュールによれば、光源を発した光は 2 通りの経路を経て光学系の軸 c に平行な光に制御される。これにより、点 p 5 の方向から反射面 R 1 の端点 p 1 方向にいたるまでの範囲のほとんど光を、レンズなしで平行光に制御して出射させることが可能である。このため、照明用光源として用いた場合、狭い範囲に光を照射できるため、照明効率の高い器具を実現できる。また、信号用として用いた場合、光学系正面の観察者から見ると反射面全域が発光しているように見え、輝度の高い信号灯を実現できる。

【0078】また、レンズ表面で全反射するほとんどの光を、反射面による 1 回の反射で出射できるため、反射を繰り返すことによる光の損失が少なく、器具効率が良い。また、凸レンズを全く構成しないため、薄型の照明器具や信号灯を実現でき、製作が容易である。

【0079】請求項 2 では、放物線 r u の一方の端点 p 3 が、点 p 0' と p 5 を結んで延長した直線と、放物線 r 1 の交点に位置するので、光学系の直径が最も小さくなる。このため、LED モジュールを小型化できる。また、多数の LED を実装したモジュールを実現する際に、実装密度を上げることができる。また、反射面の形状がより単純になるため、製作が容易である。

【0080】請求項 3 では、光源から見た場合に反射面 R u は反射面 R 1 の影に隠れ、光源から直接反射面 R u に到達する光束がなくなるので、より効率的に平行光に制御できる。また、反射面 R 1 が光源に最も近いので、光源から反射面 R 1 を見たときの立体角が最も大きくなり、より広い範囲の光束を平行光に制御できる。

【0081】この発明の請求項 4 記載の LED モジュールによれば、光源から点 p 5 の範囲を覆うレンズ面 L E を加えたので、この光学系では、光源から反射面 R 1 の

端点 $p1$ と点 $p5'$ の間に照射される光については、請求項 1 と同様の仕組みで平行光に制御される。それに加えて、レンズ面 LE の方向に照射された光については、レンズ面 LE が凸レンズをなしているため、光学系の軸 c に集光される方向に屈折され、レンズ表面に到達して拡散していた光を集光できる。このため、照明用光源として用いた場合、狭い範囲に光を照射でき、周辺にはあまり光を漏らさないため、照明効率の高い器具を実現できる。また、信号用光源として用いた場合、光学系正面の観察者から見ると反射面全域が発光していて輝度が高く、なおかつそれ以外の方向にいる観察者からはあまり発光して見えない信号灯を実現できる。

【0082】また、レンズ表面で全反射するほとんどの光を、反射面による 1 回の反射で出射できるため、反射を繰り返すことによる光の損失が少なく、器具効率が良い。また、従来例 2 に比較してレンズ形状が単純であるため、製作が容易である。

【0083】請求項 5 では、光源から反射面 $R1$ の端点 $p1$ と点 $p5'$ の間に照射される光については、請求項 1 と同様の仕組みで平行光に制御される。それに加えて、レンズ面 LE の方向に照射された光については、レンズ面 LE が焦点上から発した光を平行光に制御する性質を持つ楕円レンズであるため、平行光に制御される。このため、光学系の軸 c から反射面 $R1$ の端点 $p1$ 方向にいたるまでの範囲の光をほとんど平行光に制御して出射させることが可能である。

【0084】請求項 6 では、放物線 $r1$ の一方の端点 $p1$ の光学系の軸 c からの距離は、曲線 le の端点 $p5'$ の光学系の軸 c からの距離と等しく、放物線 ru の一方の端点 $p3$ が、点 $p0'$ と点 $p5'$ を結んで延長した直線と放物線 $r1$ の交点に位置するので、光学系の直径が最も小さくなる。このため、LED モジュールを小型化できる。また、多数の LED を実装したモジュールを実現する際に、実装密度を上げることができる。また、反射面の形状がより単純になるため、製作が容易である。

【0085】請求項 7 では、光源から見た場合に反射面 ru は反射面 $R1$ の影に隠れ、光源から直接反射面 ru に到達する光束がなくなるので、光源から発する光をより効率的に平行光に制御できる。また、反射面 $R1$ が光源に最も近い場合、光源から反射面 $R1$ を見たときの立体角が最も大きくなり、より広い範囲の光束を平行光に制御できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の第 1 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【図 2】(a) はこの発明の第 1 の実施の形態の LED モジュールを用いた信号灯の全体図、(b) はランプ部の拡大図、(c) は (b) の $A-A'$ 断面図である。

【図 3】この発明の第 1 の実施の形態の作用説明図である。

【図 4】(a) はこの発明の第 2 の実施の形態の LED モジュールを用いたダウンライト照明器具の全体図、(b) はその $A-A'$ 断面図である。

【図 5】この発明の第 2 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【図 6】この発明の第 3 の実施の形態の LED モジュールを用いたフットライト照明器具の全体図、(b) はその $A-A'$ 断面図である。

【図 7】この発明の第 3 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【図 8】(a) はこの発明の第 4 の実施の形態の LED モジュールを用いた視線誘導灯の全体図、(b) はその $A-A'$ 断面図である。

【図 9】この発明の第 4 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【図 10】この発明の第 4 の実施の形態の作用説明図である。

【図 11】(a) はこの発明の第 5 の実施の形態の LED モジュールの全体図、(b) はその $A-A'$ 断面図である。

【図 12】この発明の第 5 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【図 13】この発明の第 5 の実施の形態の作用説明図である。

【図 14】(a) はこの発明の第 6 の実施の形態の LED モジュールの全体図、(b) はその $A-A'$ 断面図である。

【図 15】この発明の第 6 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【図 16】(a) はこの発明の第 7 の実施の形態の LED モジュールの全体図、(b) はその $A-A'$ 断面図である。

【図 17】この発明の第 7 の実施の形態の LED モジュールの幾何学的構成を示す断面図である。

【図 18】従来例 1 の LED モジュールの断面図である。

【図 19】従来例 2 の LED 光源の断面図である。

【符号の説明】

4 LED チップ

5 樹脂製反射枠

6 アルミニウム蒸着面

7 エポキシ樹脂

c 光学系の軸

Lp レンズ面

lp 線分

R1 反射面

rl 放物線

ru 反射面

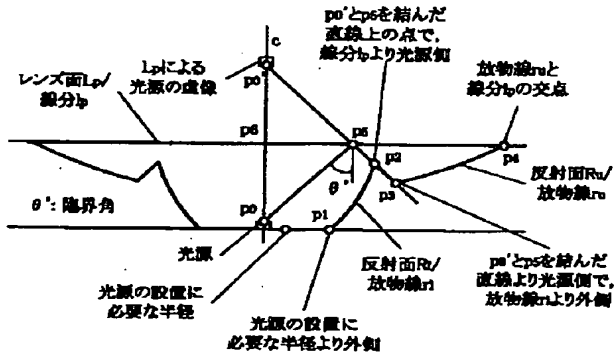
ru 放物線

θ' 臨界角

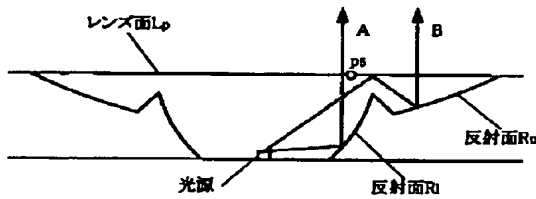
p 0 光源上の点
 p 1 光源の設置に必要な半径より外側の点
 p 2 p 0' と p 5 を結んだ直線上の点で線分 l p より光源側の点
 p 3 p 0' と p 5 を結んだ直線より光源側で放物線 r

l より外側の点
 p 4 放物線 r u と線分 l p の交点
 p 5 点 p 0 を起点とし臨界角 θ' の角度で延びる直線と線分 l p との交点
 p 0' レンズ面 L p による光源の虚像上の点

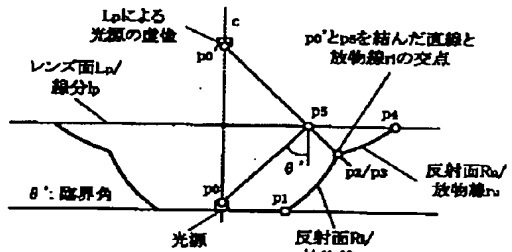
【図 1】



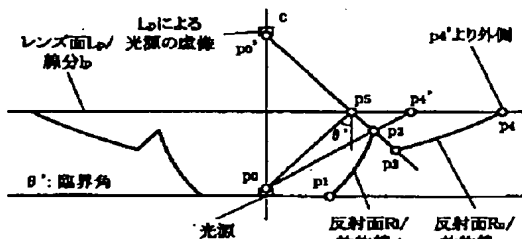
【図 3】



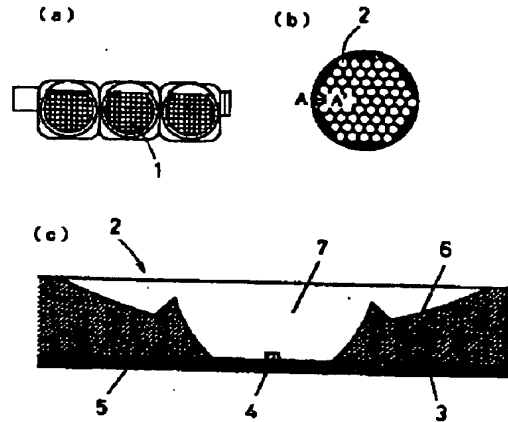
【図 5】



【図 7】

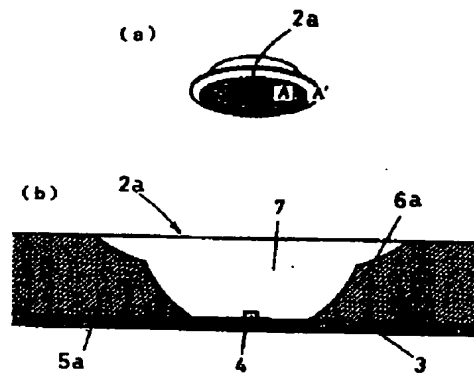


【図 2】



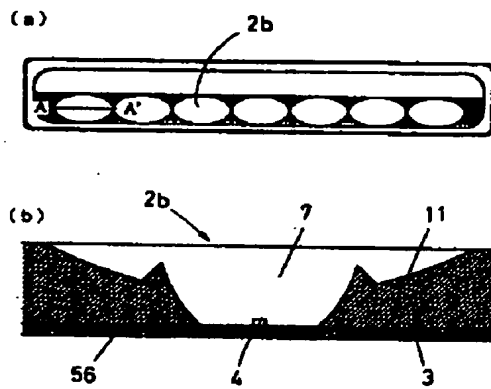
1...ランプ部
 2...プリント基板
 3...LEDチップ
 4...樹脂製反射層
 5...アルミ蒸着面
 6...エポキシ樹脂

【図 4】



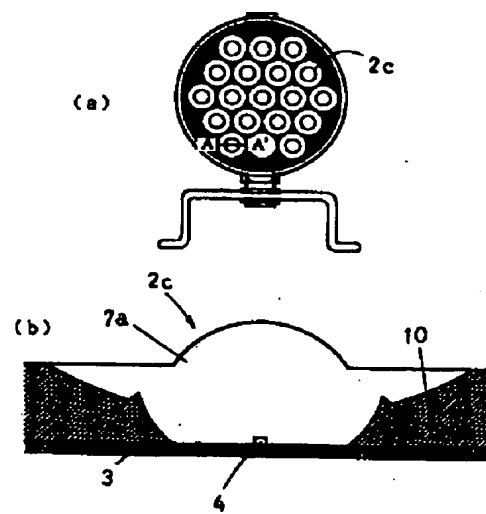
3...プリント基板
 4...LEDチップ
 5a...樹脂製反射層
 6a...アルミ蒸着面
 7...エポキシ樹脂

【図6】



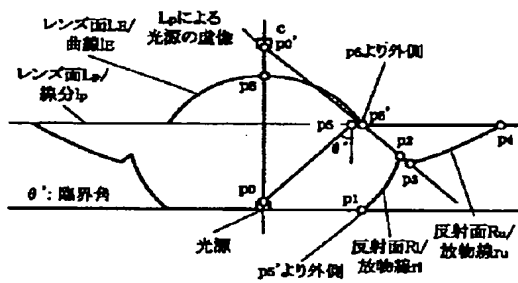
- 3…プリント基板 7…エポキシ樹脂
4…LEDチップ 11…曲面層面
5b…側面反射層

【図8】

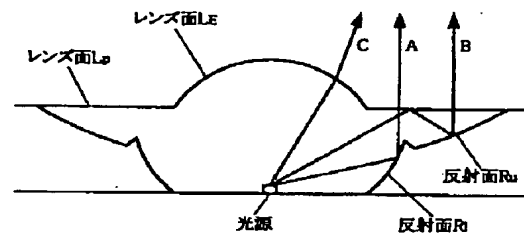


- 3…プリント基板 7a…エポキシ樹脂
4…LEDチップ 10…アルミ板反射層

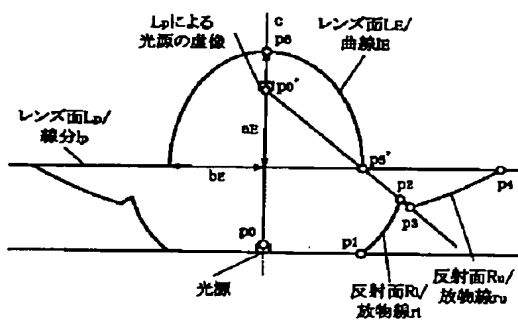
【図9】



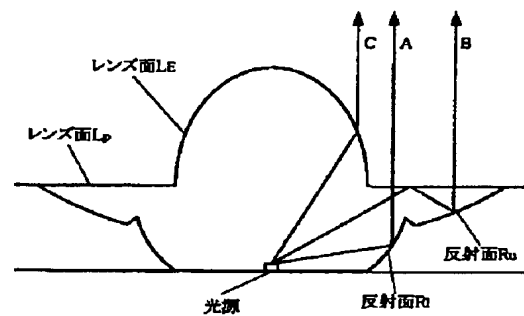
【図10】



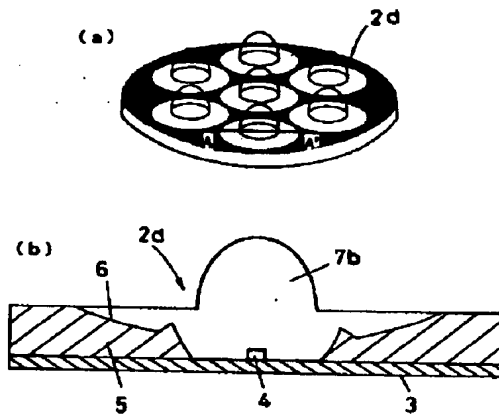
【図12】



【図13】

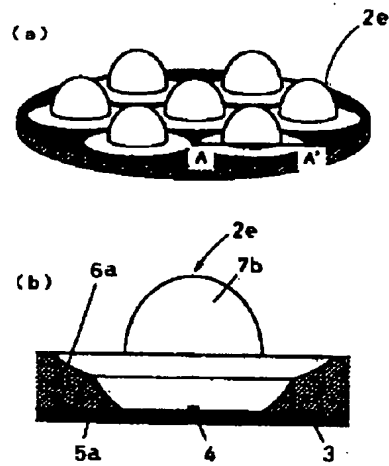


【図11】



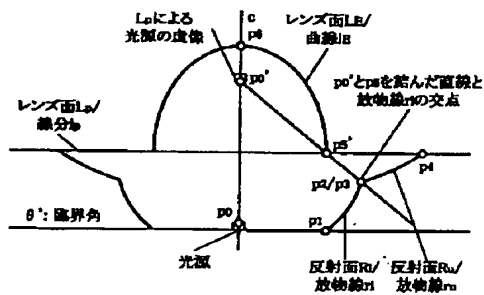
- 3…プリント基板
4…LEDチップ
5…樹脂製反射層
6…アルミ蒸着面
7b…エポキシ樹脂によるレンズ

【図14】

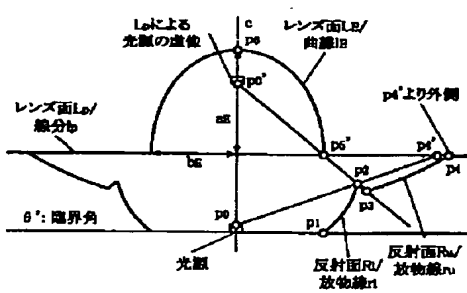


- 3…プリント基板
4…LEDチップ
5a…樹脂製反射層
6a…アルミ蒸着面
7b…エポキシ樹脂によるレンズ

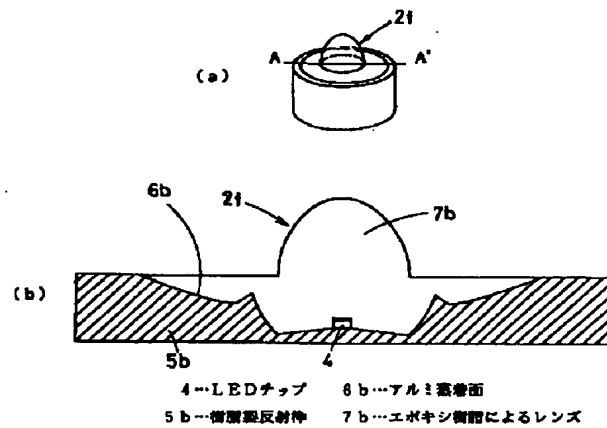
【図15】



【図17】

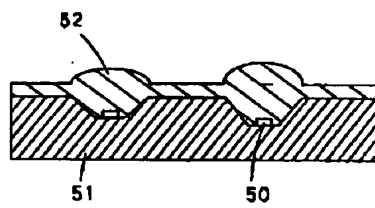


【図16】



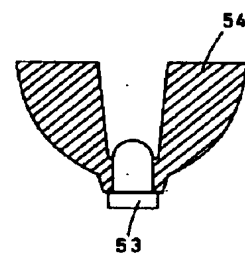
- 4…LEDチップ
5b…樹脂製反射層
6b…アルミ蒸着面
7b…エポキシ樹脂によるレンズ

【図18】



- 50…LEDチップ
- 51…反射層
- 52…透明樹脂によるレンズ

【図19】



- 53…ディスタリット
- 54…レンズ